

# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 43065.2—2023/ISO/TR 20218-2:2017

## 机器人 工业机器人系统的安全设计 第2部分：手动装载/卸载工作站

Robotics—Safety design for industrial robot systems—  
Part 2: Manual load/unload stations

(ISO/TR 20218-2:2017, IDT)

2023-09-07 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会



目 次

前言 ..... III

引言 ..... IV

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 风险评估 ..... 2

5 手动装载/卸载工作站的安全设计..... 2

    5.1 总则 ..... 2

    5.2 典型设计 ..... 3

    5.3 高度大于或等于 1 400 mm 的阻挡装置 ..... 5

    5.4 高度在 1 000 mm~1 400 mm 之间的阻挡装置 ..... 5

    5.5 高度小于 1 000 mm 的阻挡装置 ..... 6

    5.6 固定装置设计中的机械阻拦 ..... 7

    5.7 检测危险区域的入侵 ..... 8

    5.8 存在感测 ..... 9

6 使用信息..... 10

附录 A（资料性） 开口尺寸防止全身进入的示例 ..... 12

参考文献 ..... 13





## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/Z 43065《机器人 工业机器人系统的安全设计》的第2部分。GB/Z 43065 已经发布了以下部分：

——第1部分：末端执行器；

——第2部分：手动装载/卸载工作站。

本文件等同采用 ISO/TR 20218-2:2017《机器人 工业机器人系统的安全设计 第2部分：手动装载/卸载工作站》。文件类型由 ISO 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国机器人标准化技术委员会(SAC/TC 591)归口。

本文件起草单位：北京机械工业自动化研究所有限公司、北京联合大学、苏州安高智能安全科技有限公司、遨博(江苏)机器人有限公司、昆山宝锦激光拼焊有限公司、北京石油化工学院。

本文件主要起草人：杨书评、邹莹、李立言、宋仲康、朱志昆、刘颖、李国新、唐聪、崔元洋、王殿君。

# 引 言

手动装载/卸载工作站的目的是允许操作员与工业机器人系统直接交互,例如,将材料送入或取出机器人单元。机器人单元的布局设计是为了提供无危险的工作区域,并减少规避或破坏所设计的安全防护的动机。

本文件是 GB 11291.2—2013 中 5.10.6 规定的工业机器人系统安全要求的补充。它为高度低于 1 400 mm 的手动装载/卸载工作站提供了附加的指导,以允许符合人体工学的方式进行工作,同时维持安全,并为阻碍进入机器人单元的替代方法提供指导。ISO 14738、ISO 6385 和 GB 11291.2—2013 中附录 A 提供了人体工学潜在危险的更多信息。

注: GB 11291.2—2013 中 5.10.6 规定,边界防护装置(距离防护装置)的最小高度需要为 1400 mm。如果风险评估的结果确定,由于手动装载/卸载工作站的设计,在防护装置不能满足 1 400 mm 或更高的高度时,本文件提供了一种替代设计,其提供了与 GB 11291.2—2013 相同的操作员保护等级。

实施 GB 11291.2—2013 需要进行全面的风险评估,用来识别与手动装载/卸载工作站过程相关的所有危险。本文件为减小操作员风险提供了指导。风险评估需要考虑可预见的误用,并提供缓解措施。

GB/Z 43065《机器人 工业机器人系统的安全设计》旨在针对工业机器人系统集成提供附加安全指导,拟由两个部分组成。

- 第 1 部分:末端执行器。目的在于提供机器人系统末端执行器设计与集成的安全措施指导。
- 第 2 部分:手动装载/卸载工作站。目的在于提供手动装载/卸载工作站设计和安全防护指导。

# 机器人 工业机器人系统的安全设计

## 第2部分：手动装载/卸载工作站

### 1 范围

本文件适用于机器人系统手动装载/卸载工作站的应用,通过防止进入危险区域进行安全防护。对于这种类型的应用,重要的是考虑危险区域的访问限制和符合人体工学工作场所的需要。

本文件是对 GB 11291.2—2013 的补充,并提供了设计和安装安全防护手动装载/卸载工作站装置时,减少侵入危险区风险的附加的信息和指导。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB 11291.2—2013 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分:机器人系统与集成(ISO 10218-2:2011,IDT)

ISO 10218-1:2011 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第1部分:机器人(Robots and robotic devices—Safety requirements for industrial robots—Part 1: Robots)

注:GB 11291.1—2011 工业环境用机器人 安全要求 第1部分:机器人(ISO 10218-1:2006,ISO 10218-1/Cor.1:2007,IDT)

ISO 12100 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(Safety of machinery—General principles for design—Risk assessment and risk reduction)

注:GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(ISO 12100:2010,IDT)

### 3 术语和定义

GB 11291.2—2013、ISO 10218-1:2011 和 ISO 12100 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 与 IEC 维护以下用于标准化的术语数据库,网址如下:

——ISO 术语库:<http://www.iso.org/obp>

——IEC 术语库:<http://www.electropedia.org/>

#### 3.1

**阻挡装置** **impeding device**

物理障碍物(低位屏障、栏杆、固定装置等),其设置不能完全阻碍人员进入危险区,但能通过设置障碍物阻挡自由出入,减小进入危险区的概率。

[来源:GB/T 15706—2012, 3.29]

#### 3.2

**手动装载/卸载工作站** **manual load/unload station**

机器人系统的一部分,其设计用来进行直接人工干预,以便放置和移除由机器人系统处理的部件或工件。

3.3

**操作员 operator**

被派以安装、使用、调整、维护、清洗、修理或运输机械任务的人员。

注：此定义与 ISO 10218-1:2011、GB 11291.2—2013 及 ISO/TS 15066 出现的含义和用法一致。

[来源：GB/T 16655—2008, 3.14, 有修改——增加了注]

4 风险评估

ISO 12100 和 GB 11291.2—2013 提供了风险评估指导。与手动装载/卸载工作站相关的主要危险是 GB 11291.2—2013 附录 A 列出的机器人系统的危险。由于手动装载/卸载工作站使操作员特别接近这些危险，因此需要特别考虑安全防护。

手动装载/卸载工作站的风险评估如下：

- a) 无意进入机器人单元内的安全防护空间的可能性；
- b) 有意进入机器人单元内的安全防护空间的可能性(例如，维护或其他人工干预)；
- c) 当操作员处于安全防护空间内时，机器人系统重启的可能性(例如，如果机器人外部的另一个人员重新启动系统，而不知道操作员在里面)；
- d) 操作员在手动装载/卸载工作站区域内的正常操作。

5 手动装载/卸载工作站的安全设计

5.1 总则

手动装载/卸载工作站需要操作员与机器人系统在同一区域中交互，但非同时进行。如果是协作应用，GB 11291.2—2013 中 5.11 和 ISO/TS 15066 适用。主要有两个问题：

- a) 安全防护操作员免遭机器人和机器人系统带来的危险；
- b) 防止进入手动装载/卸载工作站以外的危险区域。

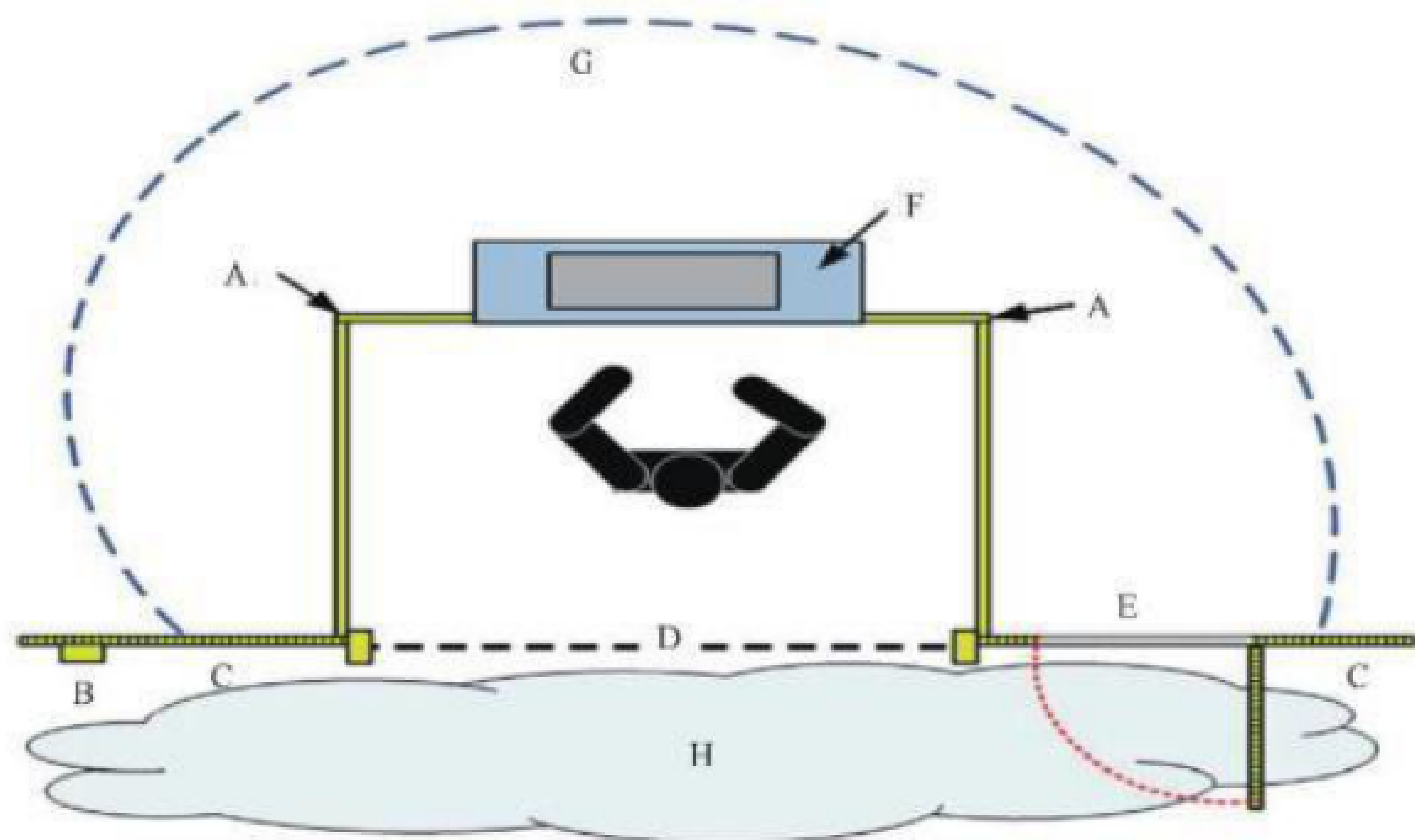
在 ISO 14120 和 ISO 13857:2008 中，描述了防止进入危险区域的安全防护装置和保护结构的尺寸。为了最大限度地减少人体工学风险，手动装载/卸载工作站的高度有可能低于 1 400 mm。ISO 13857:2008 规定，在没有使用附加的保护措施时，不宜使用高度低于 1 400 mm 的保护结构。

不间断存在感测可能作为一种措施以防止以下一种或两种情况：

- 意外启动；
- 操作员和机器人系统之间的接触，将他们保持在不同的区域。

注：人体工学风险的一个例子是在手动装载/卸载工作站操作期间处理重型或大型工件。当任务、机器或系统的设计不当时，会导致工人人体工学风险因素的增加。在 ISO 6385、ISO 14738 和 GB 11291.2—2013 中表 A.1 第 8 条(人体工学危险)给出了关于人体工学风险因素的更多信息。

图 1 中给出了手动装载/卸载工作站的布局示例。



标引符号说明：

A——防护装置；

B——复位；

C——边界防护装置；

D——保护装置(敏感保护设备)或联锁装置；

E——维修通道(显示为联锁装置)；

F——手动装载/卸载区；

G——安全防护空间内的危险区；

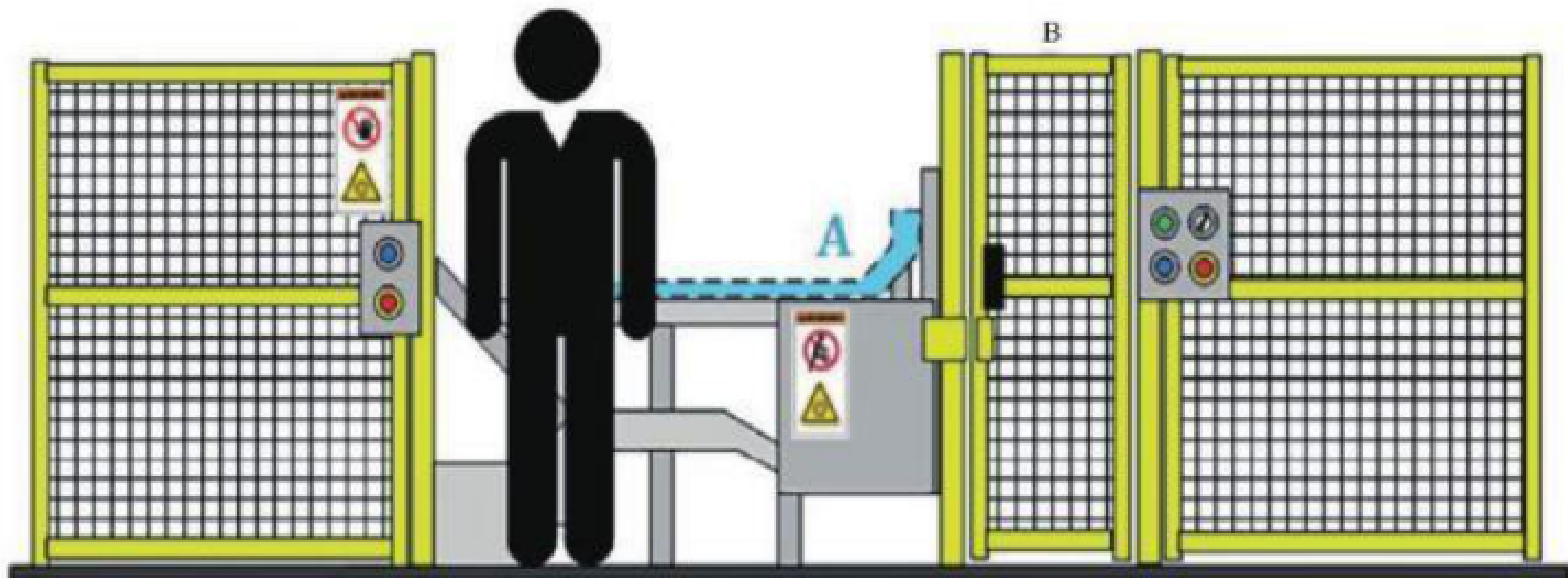
H——安全防护空间外的区域(非危险区)。

注：为了简单起见，周边安全防护未显示。

图 1 使用复位联锁的手动装载/卸载工作站的布局示例

5.2 典型设计

GB 11291.2—2013 中 5.5.2 规定了操作员安全进入机器人系统或机器人单元的通道的要求。这些通道宜靠近手动装载/卸载工作站，见图 2。



标引符号说明：

A——工作场所；

B——联锁防护装置。

注：为了简单起见，周边安全防护未显示。

图 2 联锁防护允许进入机器人单元

注 1：附录 A 和 ISO 13857:2008 提供了关于防止通过手动装载/卸载工作站固定装置的开口进入的指南。考虑了人体工学的风险因素和机器人系统的危险，并考虑了本节中所述的指导原则。通过符合 ISO 14120 的防护装置，以及符合 ISO 13857:2008 中表 2 的足够的安全距离，确保人员

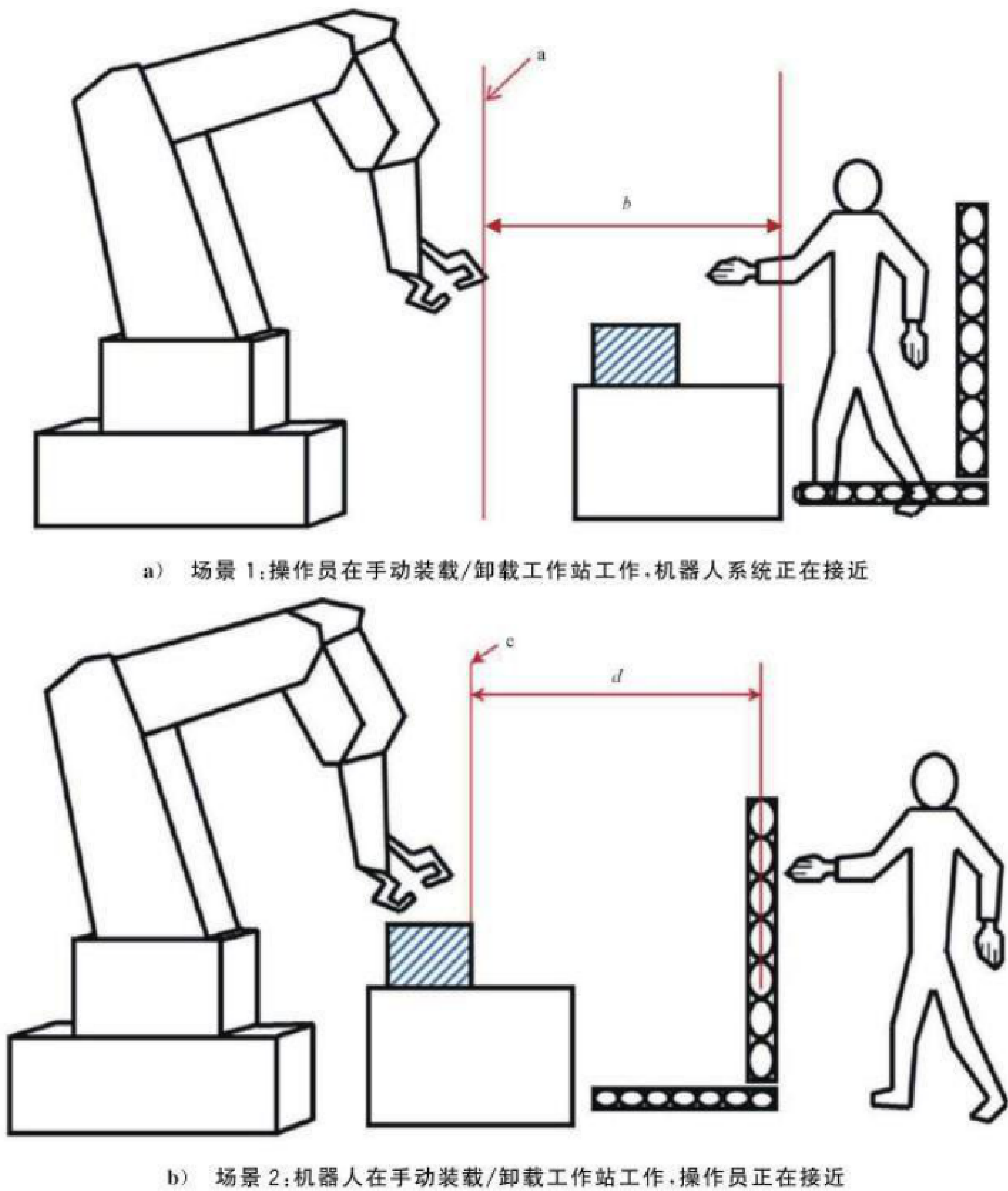


在人工装卸站中触及危险时得到安全防护。根据 GB 11291.2—2013 中 5.4,通过非机械限制装置[例如,安全级的轴限位,电敏感保护设备(ESPE)]防止机器人系统违反安全距离的规定。这意味着集成商在建立机器人系统的动态限定空间时,需要考虑机器人系统的停止距离。

注 2: 最初机器人系统的停止距离可通过仿真来确定,但随后要在实际安装中进行确认和验证。

根据 ISO 14119、ISO 14120 和 ISO 13855 安装的敏感保护设备(SPE)以及一个或多个联锁防护装置,能够防止站在手动装载/卸载工作站外的人员可能触及的危险。

见图 3。



a) 场景 1: 操作员在手动装载/卸载工作站工作, 机器人系统正在接近

b) 场景 2: 机器人在手动装载/卸载工作站工作, 操作员正在接近

标引符号说明:

- a —— 机器人系统“动态”区限制, 例如安全级软限, ESPE;
- b —— 当固定装置作为保护结构时的安全距离;
- c —— 机器人系统约束空间;
- d —— 根据 ISO 13855 的安全距离。

注: 为了简单起见, 周围安全防护未显示。

图 3 两种场景下安全距离的示例

通过设计措施(即入口保护装置与边界安全防护之间的距离)或通过附加的安全防护装置(例如,使用 ESPE),在手动装载/卸载工作站入口处,防止相关人员走到保护装置后面并且未被保护装置检测到的情况。该系统根据 GB 11291.2—2013 中 5.6.3.4 的要求重新启动。

### 5.3 高度大于或等于 1 400 mm 的阻挡装置

GB 11291.2—2013 提供了阻挡装置高度大于或等于 1 400 mm 情况下机器人单元的设计指导。

### 5.4 高度在 1 000 mm~1 400 mm 之间的阻挡装置

如果由于系统设计的原因,阻挡装置的高度不能达到 1 400 mm,根据阻挡装置的形状和风险评估结果的保护效果,可将阻挡装置的高度降低到 1 000 mm。高度离 1 400 mm 的偏差宜尽可能小。不能达到 1 400 mm 高度的区域宜保持最小。

当手动装载/卸载工作站的高度在 1 400 mm 和 1 000 mm 之间时,固定装置能作为进入机器人单元的阻挡装置(见 ISO 13857:2008)。虽然固定装置可能是一种适当的阻挡装置,但是 GB 11291.2—2013 要求风险评估同时解决机器人和机器人系统所带来的危险,以及固定装置所需的任何附加安全防护(例如,叉车槽自然形成台阶供登踏)。如果阻挡装置的高度低于 1 400 mm,则宜根据 ISO 13857:2008 提供附加的安全防护措施。这些措施包括了技术和指导措施的组合,例如:

- a) 在手动装载/卸载工作站保持尽可能高的防护和阻挡装置;
- b) 将防护开口/槽口保持在尽可能小的范围内;
- c) 包括附加的保护装置(例如 ESPE,见 ISO 13855),以安全地控制机器人单元内的危险(最小距离要求在 GB 11291.2—2013 中 5.10.3.3 和 5.10.3.4 描述)。

以下用来补充上述的安全防护:

- 警告标志;
- 手动装载/卸载工作站的书面说明书;
- 补充措施,通过向操作员提供附近的安全进入手段及相关培训,进一步减少规避固定装置造成的剩余风险(见 GB 11291.2—2013 中附录 C)。

图 4 的流程图为实现风险减小提供了指导。它补充了对本章中的风险减小措施的性能和设计的指导。

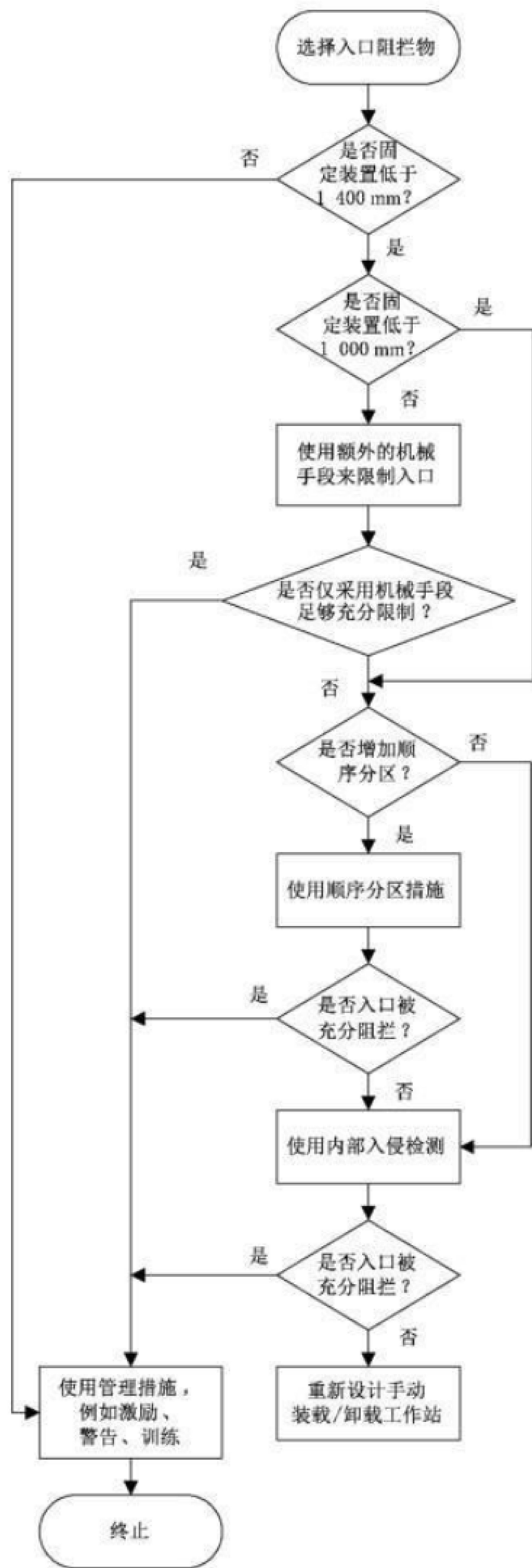


图 4 风险减小策略流程图

5.5 高度小于 1 000 mm 的阻挡装置

ISO 13857:2008 规定低于 1 000 mm 的手动装载/卸载工作站不能充分限制进入,需要附加的保护



装置。

在这种情况下,使用一个或多个保护装置来检测进入。GB 11291.2—2013 规定,工作站的设计和建造需要提供有效的措施来防止进入机器人单元内的危险区域。为了实现这一点,通过防止、阻碍或检测手动装载/卸载工作站进入机器人单元的设计策略,按照以下原则和顺序,确保与进入相关联的风险得到充分减小。

- 机械的固定装置被设计成一种阻挡装置;
- 多区域排序确定是否有人正在移动通过检测区域并进入机器人单元,见图 6;
- 使用内部侵入检测感应,以检测在固定装置外试图进入的人员。

以上补充措施被认为足以防止对安全防护装置的合理有预见性的规避,例如增加带角度的部件以防止穿过 ESPE 而进入机器人单元。

## 5.6 固定装置设计中的机械阻拦

### 5.6.1 阻止全身进入

固定装置的设计使得操作员不能用匍匐/挤钻方式通过固定装置开口,从而全身进入到机器人单元中。固定装置设计采用 ISO 13857:2008 和 ISO 14120 中规定的原则,特别是下面所概述的特点和限制。

ISO 13857:2008 解决了穿过防护装置开口的问题。如在 ISO 13857:2008 中表 7 的注所述,大于 180 mm 的槽形开口,方形开口边长和圆形开口直径大于 240 mm 时,整个身体可进出。依据这些限制而设计的开口防止了爬入。

通过以下的分析,风险评估可能决定较大的开口是否会有效地防止爬入:

- 现有人体测量数据[见 ISO 7250(all parts)];
- 通过爬行进入所需提供的尺寸[见 EN 547(all parts)];
- 开口的其他物理方面可能阻碍进入。

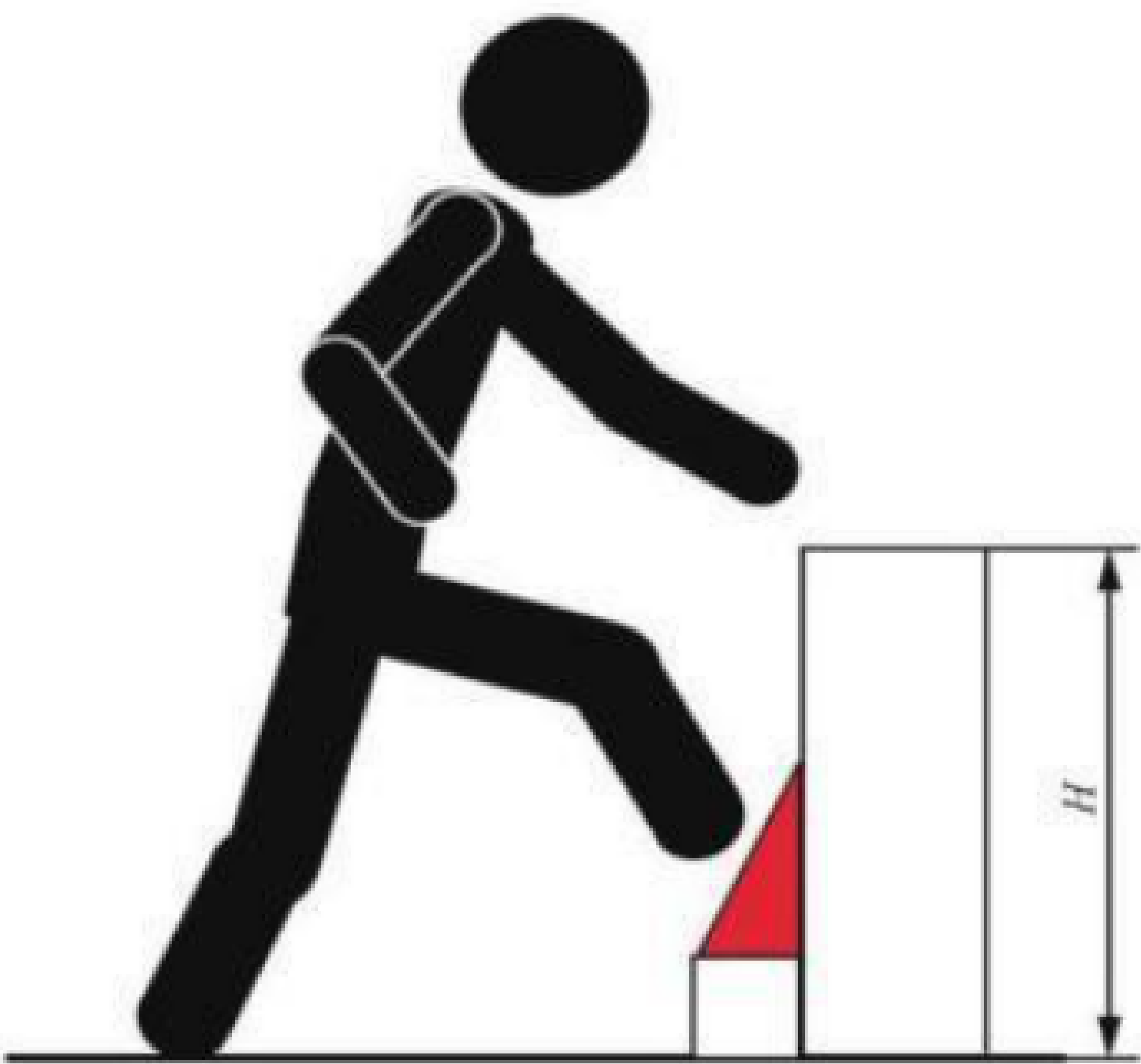
示例:如果通过固定装置的通道涉及人体 90°的旋转,那么爬行进入的可能性很小。

注:通过张贴警告标签禁止以爬行/挤钻方式通过固定装置的开口是不够的。

### 5.6.2 消除台阶

固定装置框架的垂直表面设计要消除攀越固定装置的可能性,如下所述。

- a) 没有任何台阶,也没有可通过抓握东西攀爬的部分。如果不满足该条件,则需要通过以下任一方式检测人员的入侵:
  - 根据 IEC 61496(all parts)的电敏感保护设备,或者
  - 根据 ISO 14120 和 ISO 14119 的联锁防护装置。
- b) 即使人员抓住什么东西也不可能爬上斜坡(见图 5)。



标引符号说明：

$H$ ——最小高度 1 000 mm。

注：为了简单起见，周边安全防护未显示。

图 5 斜坡消除台阶的实例

根据 ISO 14120，防护和支撑结构的设计不宜具有能够帮助爬升或绕过防护装置的特征。

5.7 检测危险区域的入侵

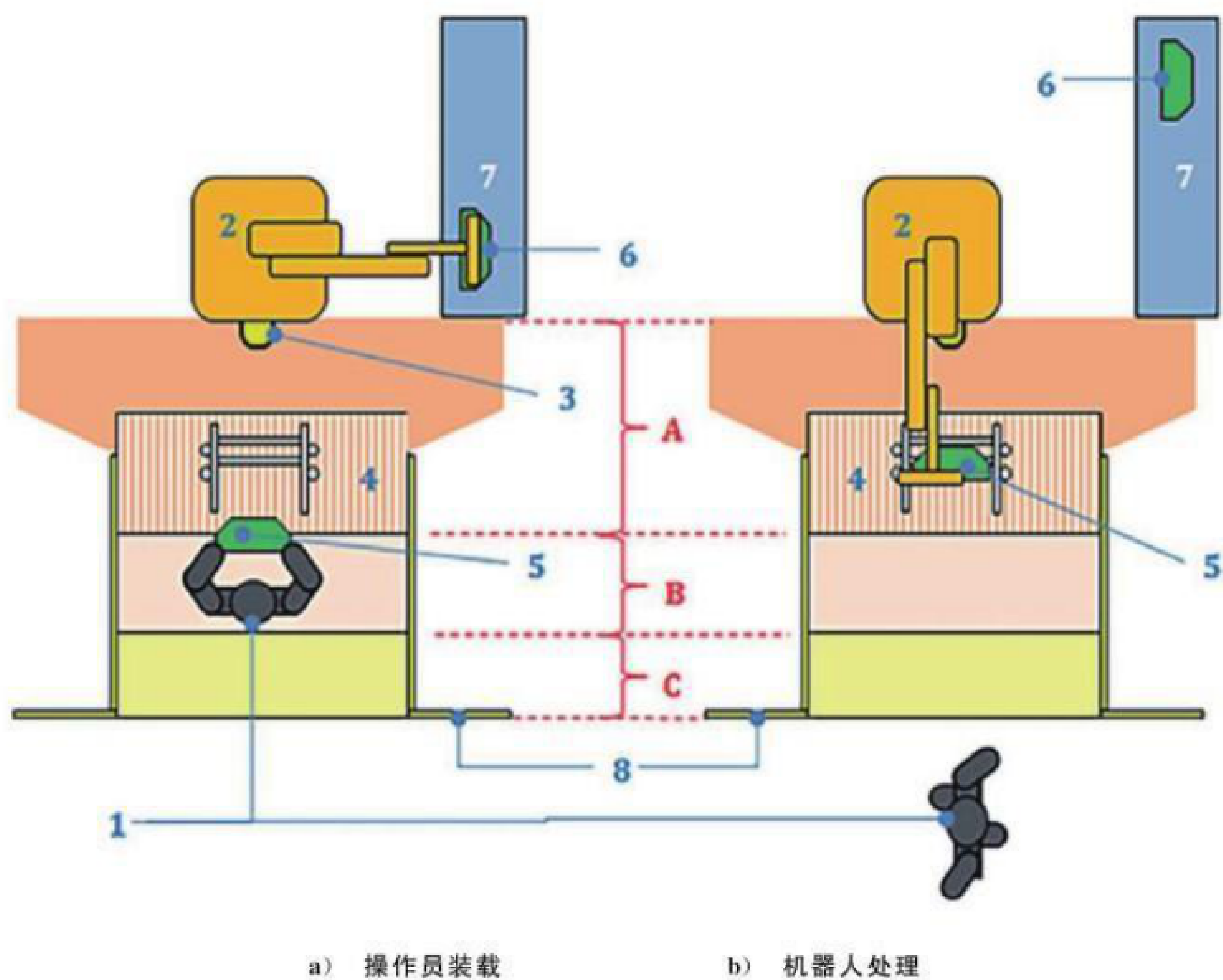
在 IEC 61496(all parts)、IEC/TS 62046、ISO 13855 及 ISO 13856(all parts)中所述，SPE 能够用于检测人员入侵危险区域。在以下情况能够使用 SPE 或其组合：

- a) 安装 SPE 是为了检测安全防护空间中人员的进入；
- b) 安装 SPE 是为了通过评估人员在不同时间的位置或通过感知人员的移动方向，来确定人员的移动情况(进入或者退出危险区域)；
- c) 如果一个人员已经进入危险区域，对人员的移动与位置的评估方法提供了可靠的估计，在这种情况下，保护装置启动一个保护性停止。

在遇到人员进入装载站以及进入危险区域等此类风险时，系统检测到该状况并启动保护性停止。

在 GB 11291.2—2013 的 5.10.3.3 及 5.10.3.4 中规定了最小距离要求。

图 6 例举了使用 SPE 顺序分区进行入侵检测的一个实例。



标引说明：

|   |                       |           |
|---|-----------------------|-----------|
| 1 | 操作员在手动装载/<br>卸载工作站装载  | 操作员执行其他任务 |
| 2 | 工业机器人系统转移             | 工业机器人系统处理 |
| 3 | 激光扫描仪 (AOPDR)         |           |
| 4 | 手动装载/卸载区域             |           |
| 5 | 工件装载                  | 工件处理      |
| 6 | 工件转移                  | 工件输送      |
| 7 | 传送带                   |           |
| 8 | 边界防护装置                |           |
| A | 内部检测场 (也在手动装载/卸载工作站中) |           |
| B | 装载区检测场                |           |
| C | 出入口检测区域检测场            |           |

图 6 带三个区域的扫描仪

5.8 存在感测

侵入检测用于检测固定装置外试图进入的人员 (见 5.6)。存在感测是对人员在危险区域内的检测。根据风险评估的结果,可能需要对手动装载/卸载工作站内的操作员进行不间断存在感测。

下面是实现侵入检测的方法:

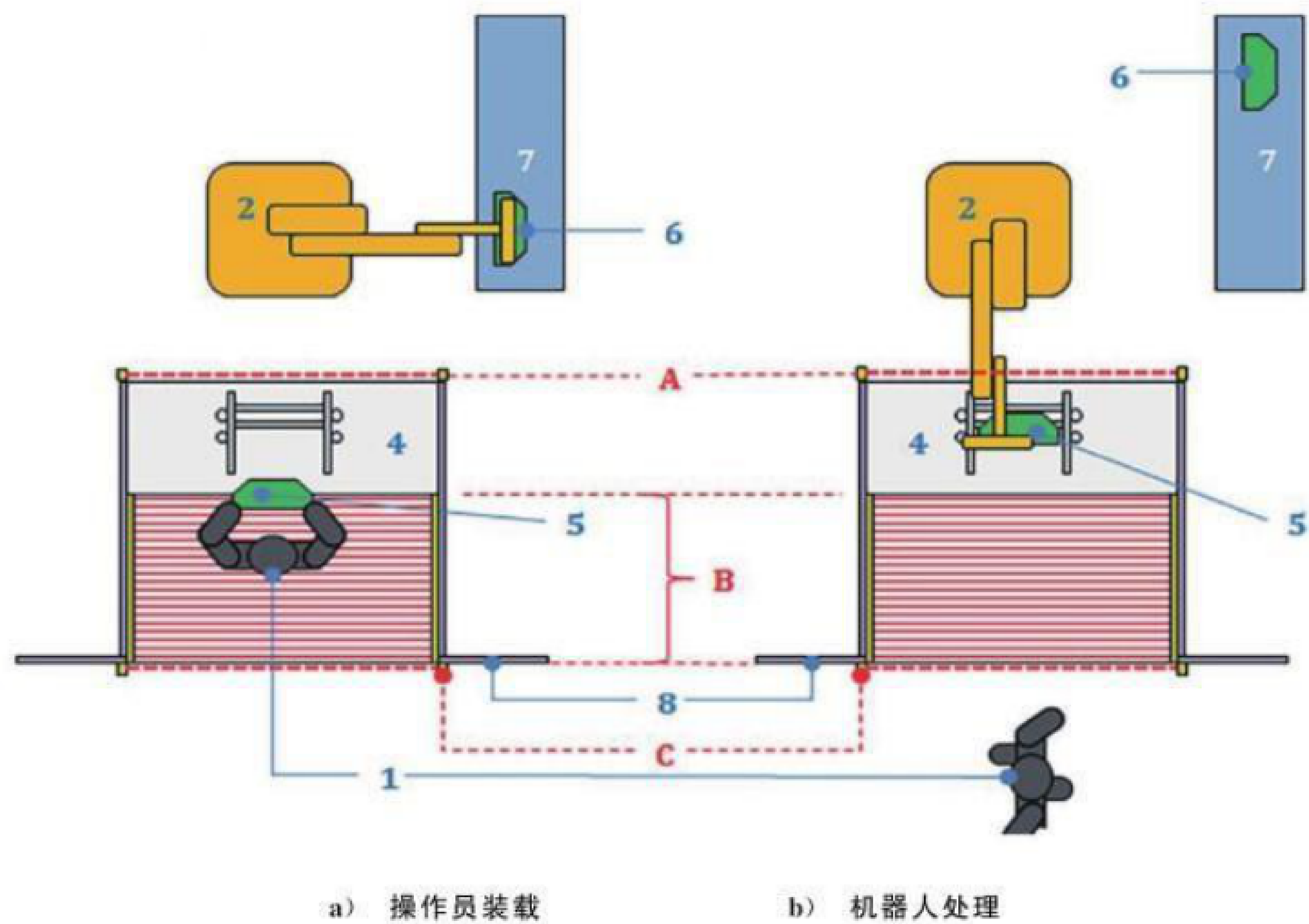
——在固定装置内的内部区域使用 SPE 设备;

注 1：见图 6 中的 3 和图 7 中的 A。

——在定位器和固定装置下方的扫描仪，检测从固定装置装载/卸载工作站一侧穿行到机器人单元内部的人员；

注 2：见图 6 中的 3。

——按照 GB 11291.2—2013 中 5.10.5 安装敏感保护设备。



标引说明：

|   |                      |           |
|---|----------------------|-----------|
| 1 | 操作员在手动装载/卸载工作站装载     | 操作员执行其他任务 |
| 2 | 工业机器人系统转移            | 工业机器人系统处理 |
| 4 | 手动装载/卸载区域            |           |
| 5 | 工件装载                 | 工件处理      |
| 6 | 工件转移                 | 工件输送      |
| 7 | 传送带                  |           |
| 8 | 边界防护装置               |           |
| A | 内部安全光幕(AOPD)         |           |
| B | 装载区域安全光幕——存在感测(AOPD) |           |
| C | 出入口安全光幕(AOPD)        |           |

图 7 站内光幕

6 使用信息

使用信息宜包含正确使用手动装载/卸载工作站和机器人单元集成所需的信息和指令。该信息反映了手动装载/卸载工作站的预期使用、可预见的误用及其与机器人单元的集成。宜向用户提供剩余风



险的信息和警告。警告声明的例子包括：

- “未经批准勿入”；
- “未经批准入口”；
- “请勿攀爬”。

常用警告标志的例子见图 8。



图 8 警示标志实例

注 1：ISO 7000 数据库中(在 ISO 在线浏览平台上可用：<https://www.iso.org/obp>)包含了警告标志和相关主题的图形符号。

使用信息包括诸如文档、标识、信号、符号或图表等用于向用户传达重要的安全相关信息的条目。使用信息的形式和内容宜考虑预定读者的教育水平、技术理解和能力。语言宜适合于预定用户。还宜包括组件制造商的使用信息。

该信息可包括但不限于以下内容：

- 培训要求；
- 个人防护设备的需要；
- 附加防护或保护装置的需要。

ISO 12100 规定了使用信息的要求。

注 2：IEC 62079 提供了关于使用信息的结构化和表示的进一步信息。

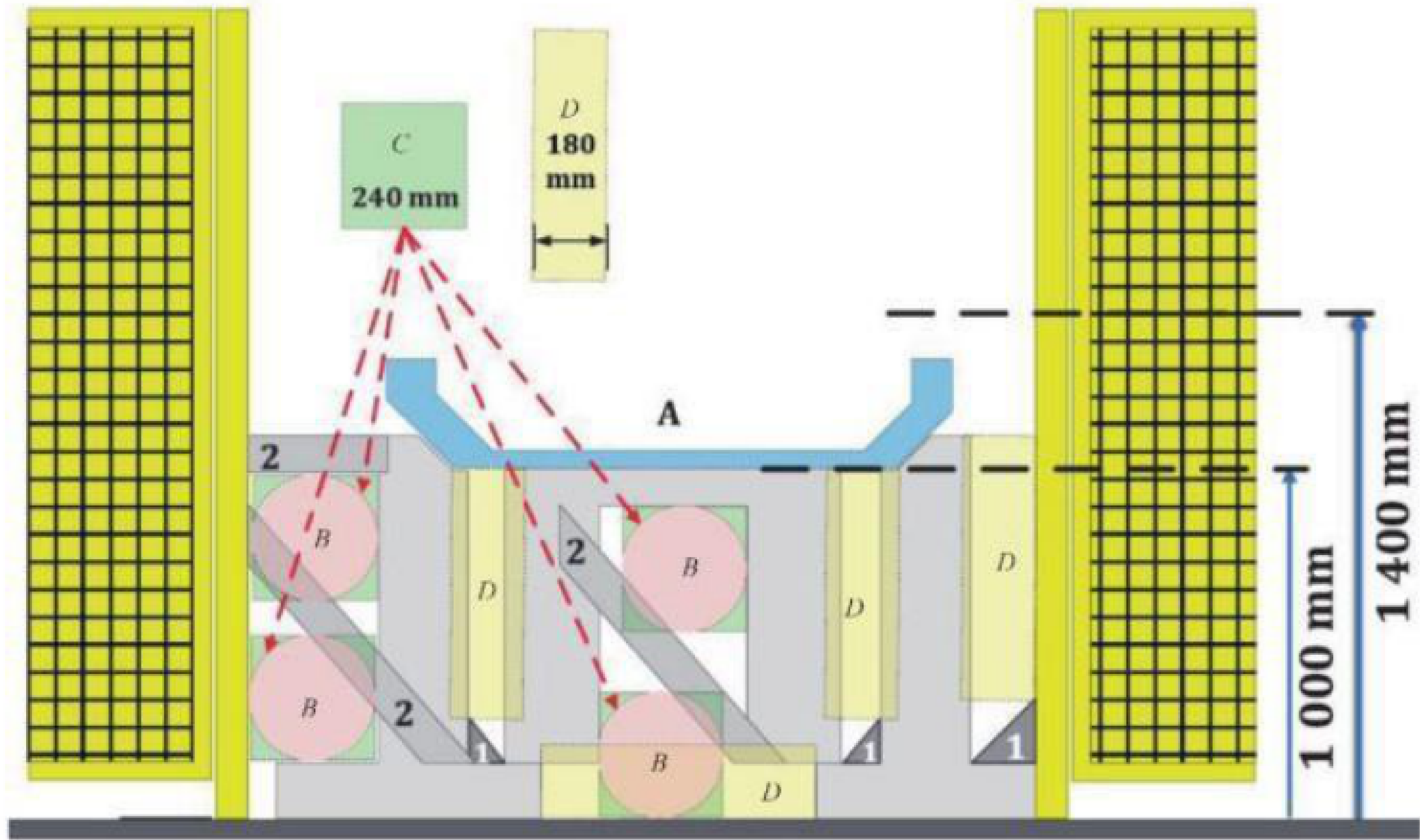
注 3：IEC 60204-1 提供了关于机器的电气设备安全要求的进一步信息。

附录 A

(资料性)

开口尺寸防止全身进入的示例

图 A.1 展示了一个例子,其中固定装置的开口大小为防止全身进入。工件(A)位于手动装载/卸载工作站。开口尺寸的数值(B、C 和 D)在 ISO 13857:2008 中表述。斜坡结构(1)为台阶消除的实例(见图 5),而对角线结构(2)限制了开口(B、C 和 D)。



标引符号说明:

- 1 —— 斜坡表面,以防止用作进入的台阶;
- 2 —— 用以限制开口尺寸的结构;
- A —— 工件;
- B —— 防止进入的圆形开口(最大尺寸 240 mm);
- C —— 防止进入的方形开口(最大尺寸 240 mm);
- D —— 防止进入的矩形开口(最大尺寸 180 mm)。

图 A.1 防止全身进入开口尺寸的示例

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小
  - [2] GB/T 16655—2008 机械安全 集成制造系统 基本要求
  - [3] ISO 6385 Ergonomics principles in the design of work systems
  - [4] ISO 7000 Graphical symbols for use on equipment—Registered symbols
  - [5] ISO 7250(all parts) Basic human body measurements for technological design
  - [6] ISO 13855 Safety of machinery—Positioning of safeguards with respect to the approach speeds of parts of the human body
  - [7] ISO 13856(all parts) Safety of machinery—Pressure-sensitive protective devices
  - [8] ISO 13857:2008 Safety of machinery—Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs
  - [9] ISO 14119 Safety of machinery—Interlocking devices associated with guards—Principles for design and selection
  - [10] ISO 14120 Safety of machinery—Guards—General requirements for the design and construction of fixed and movable guards
  - [11] ISO 14738 Safety of machinery—Anthropometric requirements for the design of workstations at machinery
  - [12] ISO/TS 15066 Robots and robotic devices—Collaborative robots
  - [13] IEC 60204-1 Safety of machinery—Electrical equipment of machines—Part 1:General requirements
  - [14] IEC 61496(all parts) Safety of machinery—Electro-sensitive protective equipment
  - [15] IEC/TS 62046 Safety of machinery—Application of protective equipment to detect the presence of persons
  - [16] IEC 62079 Preparation of instructions—Structuring, content and presentation
  - [17] EN 547(all parts) Safety of machinery—Human body measurements
-

中 华 人 民 共 和 国  
国家标准化指导性技术文件  
机器人 工业机器人系统的安全设计  
第 2 部分：手动装载/卸载工作站  
GB/Z 43065.2—2023/ISO/TR 20218-2:2017

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)  
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址：www.spc.net.cn

服务热线：400-168-0010

2023 年 9 月第一版

\*

书号：155066·1-73849

版权专有 侵权必究



GB/Z 43065.2-2023





[www.bzxz.net](http://www.bzxz.net)

免费标准下载网